Über ein Makrosporangium mit mehreren Sporentetraden von Selaginella helvetica und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Makrosporangien unserer einheimischen Selaginellen

von

Elise Kainradl.

Aus dem botanischen Institute der k. k. Universität Innsbruck.

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Juli 1912.)

Das Vorkommen von mehreren Tetraden in einem Makrosporangium beim Genus *Selaginella* wird in der Fachliteratur als Seltenheit hingestellt. Dieser Umstand veranlaßt mich zur Mitteilung einer Beobachtung, welche ich gelegentlich des Praktikums im botanischen Institute der k. k. Universität Innsbruck machen konnte.

Ich fand an einem durch Kochen in KOH aufgehellten Sporangienstand von *Selaginella helvetica*[1] ein Makrosporangium mit anomalem Inhalt. Es ist in der Reihe der Makrosporangien das jüngste (nach demselben hat der Sproß nur mehr Mikrosporangien gebildet) und zeigt gegenüber den anderen Makrosporangien keine abnorme Größe (Fig. 1 bei ×), doch finden sich in demselben zahlreiche mehr weniger wohlentwickelte Tetraden, deren Sporen allerdings von geringerer Größe sind als die normalerweise entstehenden vier Makrosporen. Drei

[1] Das Material stammt aus dem botanischen Institute und wurde in der Umgebung von Innsbruck gesammelt.

Tetraden sind schon bei flüchtiger Beobachtung deutlich zu erkennen; eine vierte liegt tiefer (in Fig. 2 links unten bei ×) und hat etwas kleinere Sporen als die erwähnten drei; über derselben wird noch eine fünfte Tetrade mit beträchtlich kleineren Sporen sichtbar und außerdem sieht man bei wechselnder Einstellung noch mehrere verkümmerte Tetraden.[1] Nach Drehung des Präparates um 180° erscheint ein Komplex dunkel gefärbter Sporen von verschiedener Größe, wie dies Fig. 3 wiedergibt. Wie viele Tetraden demnach das ganze Sporangium enthält, läßt sich wohl nicht mit Bestimmtheit sagen, dagegen unterliegt es keinem Zweifel, daß wenigstens die vier größten Tetraden bereits vollkommen reif sind, denn sie zeigen in Farbe und Struktur der Membran keine Abweichung von der Norm.

Die Pflanze, welche den erwähnten Sproß getragen hatte, konnte ich nicht untersuchen, denn das mir vorliegende Material bestand nur aus abgeschnittenen Sporangienähren, daher ist es fraglich, ob auch andere Sprosse zur gleichen Pflanze gehörten. Ich fand bei deren Untersuchung ein Sporangium, welches alle normalen an Größe übertrifft und acht vollkommen reife Makrosporen sehen läßt. Verkümmerte Tetraden neben den vier Makrosporen beobachtete ich in mehreren, sonst normal entwickelten Makrosporangien. Diese plasmaarmen, zum Teil verschrumpften Gebilde, Fig. 5 *b*, erreichen meist bei weitem nicht die Größe einer reifen Mikrospore, Fig. 5 *a*. Ich versuchte durch Isolierung dieser kleinen Tetraden eine Zählung derselben zu ermöglichen, kam jedoch zu keinem nennenswerten Resultate. Von diesen Kümmerformen der Makrosporen bei *Selaginella helvetica* ist wohl nicht anzunehmen, daß sie als Mikrosporen keimen würden, was Goebel (I, p. 676) bei kleinen im Makrosporangium von *S. rupestris* beobachteten Sporen vermutet.

Über abnorme Sporenvermehrung im Makrosporangium von *Selaginella* fand ich folgende Angaben: Warming (p. 158) bemerkt im »Handbuch für systematische Botanik« nur ganz

---

[1] Zur Wiedergabe des abnormen Sporangiums in Fig. 2 benützte ich eine Mikrophotographie, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Wagner verdanke.

allgemein: »In den Makrosporangien bilden sich vier, zuweilen auch acht Sporen aus«. Ebenso Goebel im Biolog. Zentralblatt 1910 und Engler im »Syllabus der Pflanzenfamilien« (p. 74). Denke (p. 190) konstatiert bei *S. stenophylla* in einem Falle, daß sich vier Sporenmutterzellen zu Tetraden entwickelt hatten, fügt aber hinzu, daß nie mehr als zwei Tetraden existenzfähig seien, wie ihm Schnitte durch ältere Sporangien zeigten. Die übrigen stellen seiner Ansicht nach ihr Wachstum bald ein. Im vorliegenden Falle bei *S. helvetica* sind aber die vier zur Reife gelangten Tetraden entschieden weiter gegangen, als Denke für möglich hält. Mitschell (p. 19 bis 33) kommt nach Untersuchung von 38 Arten zum Schlusse: »Cases of increase in the numbre of spores are very rare«. Sie fand in einem Falle bei *S. Vogelii* zwölf Sporen und bei *S. involvens* einmal acht und setzt hinzu: »Die Makrosporangien enthalten typisch vier Sporen und oft kann man Überbleibsel von degenerierten Sporenmutterzellen sehen«. Letztere sind wohl als Analogon der im vorliegenden Falle beobachteten verkümmerten Tetraden zu betrachten.

Über die Zahl der sich entwickelnden Makrosporenmutterzellen weichen die Angaben in der Literatur voneinander ab. Dabei sei schon im voraus bemerkt, daß sich dieselben bei allen zu nennenden Autoren, mit Ausnahme von Kantschieder (p. 14) auf das Genus *Selaginella* überhaupt beziehen, wenigstens wird nicht erwähnt, daß sich die Arten in dieser Hinsicht eventuell verschieden verhalten könnten. [1]

Fitting (p. 143) bestätigt mit Heinsen (p. 470) die Angabe Hofmeister's (p. 119), daß stets nur eine Zelle in

[1] Fitting untersuchte: *S. helvetica* Lk., *L. spinulosa* A. Br., *S. Martensii* Spr., *S. Galeottii* Spr.

Heinsen: *S. Martensii*, *S. lepidophylla*, *S. Wildenowiana*, *S. apus*, *S. denticulata*, *S. erythropus*, *S. helvetica*, *S. serpens*, *S. Douglasii*, *S. glauca*, *S. pilifera*.

Hofmeister erwähnt die Arten: *S. denticulata*, *S. helvetica*, *S. Martensii*, *S. spinulosa*, *S. Galeotii*.

Campbell's Beobachtungen über die Teilungsverhältnisse der Makrosporenmutterzellen dürften sich nur auf *S. Kraussiana* beziehen; seine Angabe, daß alle Zellen sich zu Tetraden teilen, macht er jedoch allgemein für das Genus

Teilung tritt, während die übrigen ihren lebenden Inhalt verlieren. Campbell (p. 504) hingegen behauptet, daß sämtliche Zellen sich zu Tetraden teilen, aber alle bis auf eine Tetrade nach der Teilung im Wachstum zurückbleiben, was nach Kantschieder (p. 14) für *S. spinulosa* sicher nicht zutrifft. Denke (p. 190) widerspricht der Ansicht Bower's (p. 525), daß alle sterilen Zellen nach der Teilung der einen Mutterzelle gleich zugrunde gehen, sondern seine Beobachtungen sprechen ihm dafür, daß sich die inhaltsarmen sterilen Zellen noch lange Zeit erhalten und erst durch die heranwachsenden Sporen nach und nach zerdrückt werden. Diese Ansicht bestätigt auch Kantschieder (p. 14) für *S. spinulosa*. Nach Fitting (p. 143) sollen die sterilen Zellen bis zur Sporenreife erhalten bleiben. Auch Hofmeister (p. 119 ff.) scheint diese Ansicht zu teilen. Denke (p. 190) aber schließt sich keiner der oben erwähnten Meinungen vollständig an; seine Beobachtungen führten ihn zu dem Schlusse: »In der Regel ist nur eine Sporenmutterzelle der Teilung und Weiterentwicklung fähig, der Fall, daß mehrere sich zu Tetraden teilen, ist jedoch nicht ausgeschlossen«. Er hält es nicht für unmöglich, daß nach der Ansicht Campbell's alle Zellen in Teilung gehen können, nur dürfte dies höchst selten eintreten. Seine schon vorher erwähnten Beobachtungen bei *S. stenophylla* (Tetradenteilung bei vier Sporenmutterzellen) bestätigen auch diese Annahme.

Einerseits die Meinungsverschiedenheiten der Forscher in bezug auf Teilung und weiteres Schicksal der Makrosporenmutterzellen, besonders Campbell's Angabe, daß sich alle Sporenmutterzellen zu Tetraden teilen, und die beobachteten Fälle von Tetradenvermehrung bei *S. helvetica* legten mir die Vermutung nahe, daß die Teilungsverhältnisse eventuell bei den einzelnen Arten verschieden sein könnten. Da Campbell (p. 504) bei Schilderung derselben nur

---

Selaginella. In anderen Kapiteln seines Werkes spricht er auch von *S. Martensii*, *S. lepidophylla* und *S. laevigata*.

Denke benützte bei seinen Untersuchungen *S. Martensii*, *S. emiliana*, *S. serpens* und *S. stenophylla*.

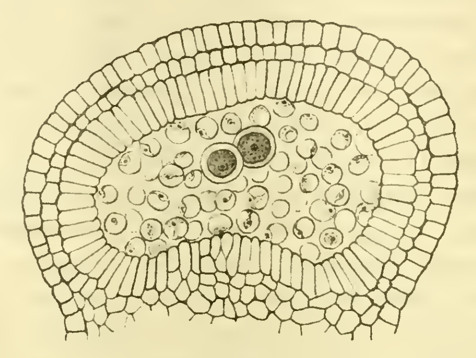
Bower: *S. spinosa* (nach neuerer Bezeichnung *S. spinulosa* oder *S. Selaginoides* Lk.) und *S. Martensii*.

S. Kraussiana erwähnt, so dürfte die obige Angabe ja sehr wohl bei genannter Art als Regel gelten[1] und nach den gemachten Beobachtungen war zu vermuten, daß sich *S. helvetica* hier anschließen könnte, während sich bei anderen Spezies sicher nur wenige oder überhaupt nur mehr eine einzige Sporenmutterzelle teilt. Letzteres trifft bei *S. spinulosa* sicher zu; davon überzeugte mich der Einblick in zahlreiche schöne Präparate (teils Mikrotomschnittserien, teils Handschnitte) von verschiedenen Entwicklungsstadien des Makrosporangiums, welche Herr Prof. Kantschieder aus Horn N. Ö. gelegentlich seiner Arbeit über *S. spinulosa* im botanischen Institute zu Innsbruck angefertigt hatte und mir nun in liebenswürdiger Weise zur Benützung überließ. Fig. 6 und 7 beziehen sich auf zwei solche Schnitte durch junge Makrosporangien von *S. spinulosa* und sind nach den Präparaten Kantschieder's gezeichnet. Fig. 6 illustriert gewissermaßen die Beschreibung, welche schon Hofmeister (p. 119 ff.) gibt: »In den sterilen Zellen treten Vakuolen auf, die Kerne scheinen an Größe abzunehmen. Infolge Wachstums der Sporangienwand wird der Innenraum vergrößert und die einzelnen Zellen des sporogenen Komplexes lösen sich voneinander und von der Tapetenschicht ab und nehmen Kugelgestalt an; der Inhalt der sterilen Zellen wird in der weiteren Entwicklung immer mehr reduziert.« Kantschieder's Beobachtung (p. 14), daß die sterilen Zellen bei *S. spinulosa* nach der Teilung der Sporenmutterzelle nach und nach desorganisiert werden, bestätigt Fig. 7. Bei allmählicher Sporenreife treten diese Schwesterzellen immer spärlicher auf und die Untersuchung vollkommen reifer Sporangien von *S. spinulosa* ließ mich auch nicht die geringste Spur von sterilen Zellen erkennen, geschweige Tetraden wie bei *S. helvetica*. Meine Aufgabe mußte es nun sein, klaren Einblick in die Teilungsverhältnisse des Makrosporangiums letztgenannter Art zu bekommen. Die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung ergab folgendes Resultat: Auch im Makrosporangium von *S. helvetica* wird in der Regel nur eine Zelle

[1] Leider standen mir von *S. Kraussiana* keine Sporangienstände zur Verfügung.

des sporogenen Gewebes zur Tetrade. Schon sehr früh, nämlich sobald sich die Zellen des sporogenen Komplexes voneinander und von der Tapetenschicht abgelöst haben, übertrifft diese bevorzugte Zelle ihre Schwesterzellen an Größe, Plasmareichtum und Dicke der Membran. Es zeigen sich sehr ähnliche Bilder wie in Fig. 6 bei *S. spinulosa*. Nach der Teilung der Mutterzelle wachsen die Sporen der Tetrade sehr rasch und trennen sich bald voneinander, während die sterilen Zellen ungeteilt bleiben und nach und nach desorganisiert werden.

Eine gewisse Neigung zur Tetradenbildung im Makrosporangium zeigt *S. helvetica* aber dennoch. An dem Standorte,

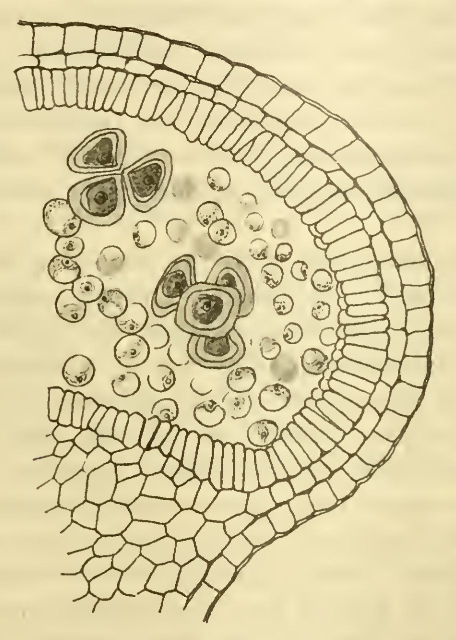


Textfig. 1. Vergrößerung 260.

woher das eingangs beschriebene abnorme Sporangium stammt, scheint sich diese Neigung durch Deszendenz ganz besonders gesteigert zu haben; ich fand bei Untersuchung von etwa 20 jungen Ähren in einem Falle zwei große zur Tetradenteilung prädestinierte Sporenmutterzellen in einem Makrosporangium (Textfig. 1) und in zwei Fällen auch wirklich acht gleichwertige, in Entwicklung begriffene Makrosporen (Textfig. 2). Von besonderem Interesse war mir aber ein Sporangium, welches durch seine ventrale Lage[1] an der Ähre

[1] *Selaginella helvetica* ist eine jener dorsiventral gebauten Arten, welche nur im basalen Teile der Unterseite, d. h. jener, welche am vegetativen Sproß die größeren Blätter trägt, Makrosporangien aufweist. Näheres über die Verteilung der Sporangien in der Ähre siehe bei Goebel (I, p. 674 ff.) und Mitschell (p. 22) und speziell für *S. helvetica* bei Neger (p. 75).

sowie durch ausschließliche Nachbarschaft von Makrosporangien, welche bereits die geteilte Sporenmutterzelle zeigten, deutlich als Makrosporangium gekennzeichnet erschien. Seine Sporenmutterzellen zeichneten sich alle in gleicher Weise durch auffallende Größe, Plasmareichtum und Dicke der Membran aus, was die Vermutung jedenfalls berechtigt erscheinen läßt, daß sich dieselben später sämtlich geteilt hätten, um eventuell wieder zu einem monströsen Sporangium mit zahlreichen Tetraden auszureifen.



Textfig. 2. Vergrößerung 260.

Am Material von anderen Standorten aus der Umgebung Innsbrucks fand ich hingegen bei Untersuchung von sehr vielen Ähren nur ein einziges Sporangium mit acht Makrosporen und hie und da Andeutungen von Tetradenteilung bei einer sterilen Schwesterzelle.

Das Vorkommen von mehreren Sporentetraden in einem Makrosporangium ist ohne Zweifel als Atavismus zu deuten und weist auf den gemeinsamen Ursprung der Makro- und

Mikrosporangien bei *Selaginella* hin. Denke (p. 191) ist derselben Meinung und beruft sich dabei auf Strasburger (p. 516), der schon vor nahezu 40 Jahren schreibt: »Nach der Übereinstimmung in der Entwicklung und den Übergängen in der Stellung läßt sich schlechterdings nicht daran zweifeln, daß die Sporocysten von *Lycopodium* und *Selaginella* homologe Gebilde sind, und, da erstere hermaphrodite, letztere männliche und weibliche Sporen erzeugen, so muß hieraus weiter geschlossen werden, daß eben erst innerhalb der *Selaginella*-Gruppe die Trennung der Geschlechter vor sich ging. Diese Annahme findet eine bedeutende Stütze in der noch völligen Übereinstimmung der beiderlei Sporocysten (sowohl bei *Selaginella* als auch bei *Isoëtes*), in der relativ großen Zahl von Makrosporen, die hier (namentlich bei *Isoëtes*) in den Sporocysten noch erzeugt werden, und in dem noch verhältnismäßig sehr übereinstimmenden Bau der Sporenhaut beider Arten von Sporen.«

Auch für *Selaginella* muß die Annahme berechtigt erscheinen, daß auf einer früheren Entwicklungsstufe wie im Mikro- so auch im Makrosporangium eine größere Zahl von Mutterzellen entwicklungsfähige Sporen erzeugten und daß erst allmählich immer mehr Zellen zugunsten der übrigen ihre Entwicklung eingestellt haben, so daß schließlich in der Regel nur mehr eine Zelle des sporogenen Gewebes reife Sporen erzeugt. Als letztes Glied dieses Entwicklungsganges kann wohl der Fall angesehen werden, daß nur eine einzige aller angelegten Sporen zur Reife gelangt, wie er bei den *Hydropterides* vorliegt. Die anderen Sporenmutterzellen aber haben vielfach noch die Fähigkeit, sich zu teilen, behalten, was der Fall bei *Selaginella helvetica* ja wieder bestätigt und was bei den acht Makrosporenmutterzellen von *Salvinia natans* jedenfalls regelmäßig eintritt, obwohl sich nur eine der angelegten 32 Sporen weiter entwickelt.

Denke's Untersuchungen der Mikrosporangien (p. 186) von *S. Martensii*, *S. emiliana* und *S. serpens* ergaben, daß auch hier ein kleiner Prozentsatz der Sporenmutterzellen sich nicht in Tetraden teilt, sondern die Entwicklung einstellt, den protoplasmatischen Inhalt verliert und sich aber erst bei der Reife

des Sporangiums vollständig auflöst. Dies dürfte wohl keiner Reduktion zuzuschreiben sein, sondern einfach der Tatsache, daß bei der großen Zahl der Mutterzellen die schwächeren im Kampfe um die Baustoffe unterliegen und ausgeschaltet werden.

Goebel's (II, p. 279) Ansicht geht ebenfalls dahin, daß Mikro- und Makrosporangien der Pteridophyten sich von einer ursprünglich gleichen Grundform aus weiter entwickelt haben, und er fügt hinzu: »Diese Annahme gewinnt namentlich dadurch eine Stütze, daß die Homologien zwischen männlichen und weiblichen Sexualorganen um so klarer hervortreten, je tiefer wir in der Stufenleiter des Systems hinabsteigen. — Was Schenk in seinem: »Handbuch für Botanik«, 1884, III. Bd., p. 416 ff., bezüglich der Entwicklung der Antheridien und Oogonien von Algen sagt — nämlich: es lasse sich dabei eine Homologie der Entwicklung unschwer konstatieren, die aber meist dadurch verdeckt werde, daß in den Antheridien Teilungen stattfinden, die in den Oogonien unterbleiben — gilt auch hier.« Goebel verweist, p. 304, selbst darauf, daß bei den sexuell differenzierten Sporangien die Homologie in der Entwicklung der Mikro- und Makrosporen jetzt klar zutage liege. Er führt vergleichsweise als Beispiel die Verhältnisse einer im System niedriger stehenden Pflanze an: »Die sterilen Zellen im Oogonium der Charen entsprechen Teilungen, die im jungen Antheridium auftreten.«

So zeigt sich in vielen Fällen ganz deutlich die Verminderung der Teilungstendenz in der Richtung der weiblichen Sexualorgane gegenüber einer Steigerung derselben bei den männlichen. Ähnliches tritt aber schon beim Sporophyten ein, wenn Heterosporie vorhanden ist; die Zahl der zur Bildung des weiblichen Gametophyten bestimmten Sporen erscheint gegenüber derjenigen des männlichen Sporenkomplexes zurückgestellt. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß bei *Selaginella* schon die Zahl der Sporenmutterzellen im Makrosporangium derjenigen im Mikrosporangium bei weitem nachstehen wird. Nach den Zählungen Kantschieder's (p. 15), welche für ein Mikrosporangium beiläufig 1500 Sporen ergaben, entsprechen also einem Mikrosporangium nahezu 400 Sporenmutterzellen.

Bei *Salvinia natans* liegt diesbezüglich eine positive Angabe vor, indem hier gegenüber den 16 Sporenmutterzellen des Mikrosporangiums im Makrosporangium nur acht gebildet werden, wie Heinricher (p. 494) zuerst nachgewiesen hat und wie die jüngst erschienenen Arbeiten von Kundt (p. 42) und Kono Yasui (p. 475) bestätigen.

Ein ähnlicher Reduktionsvorgang findet sich ja auch in den Oogonien der Fucaceen; siehe Oltmanns (p. 492) und Nienburg (p. 169). Im befruchteten Oogonium entwickelt sich von den acht gebildeten Kernen nur einer zum Eikern, die anderen werden gegen die Wand gedrängt und degenerieren. Zuweilen aber (und das betonen schon frühere Beobachter) treten auch zweikernige Eier auf und Nienburg hält es für wahrscheinlich, daß bei *Cystosira* in diesem Falle nur sechs Kerne ausgestoßen werden.

Zahlreiche Beobachtungen bestätigen, daß die Makrosporen ein größeres Bedürfnis nach Bildungsmaterial zeigen als die Mikrosporen. Mir fiel auf, daß an großen, starken Ähren die Zahl der Makrosporangien im Verhältnis zu den Mikrosporangien bedeutend größer ist als an schwächlichen Seitensprossen, welche nicht selten nur ein Makrosporangium, ja sogar nur Mikrosporangien aufweisen. Auch zeigen die jungen Sporangienähren, welche schon gegen das Ende der Vegetationsperiode angelegt werden und mit beginnendem Frühling ihr Wachstum fortsetzen, an ihrer Basis nahezu immer zwei oder mehrere Mikrosporangien. Erst in der wärmeren Jahreszeit setzt die Bildung von Makrosporangien ein.

Fälle von Reduktion der in der Regel vorhandenen vier Makrosporen sind in der Literatur wiederholt verzeichnet. Ich fand bei *S. helvetica* auch in einem Falle nur drei Makrosporen, einmal drei große und eine bedeutend kleinere und mehrmals zwei große und zwei kleine Sporen.[1]

Die Reduktion auf eine einzige Makrospore, welche nach Mitschell (p. 24) bei *Selaginella sulcata*, *S. molliceps* und *S. rupestris* als Regel gilt, ist wohl von besonderem Interesse,

[1] Besonders Mitschell (p. 24) hat zahlreiche Fälle derartiger Reduktion beobachtet und gibt davon folgende Übersicht:

weil sie zeigt, daß auch innerhalb der Gattung *Selaginella* jene Stufe erreicht wird, auf welcher die *Hydropterides* stehen.

Miss Mitschell (p. 19 bis 33) erblickt in der Vermehrung der Makrosporenzahl im Genus *Selaginella* ebenfalls einen Hinweis auf den gemeinsamen Ursprung der Mikro- und Makrosporangien, während ihr die Reduktion der Sporen eine Neigung zur Samenähnlichkeit anzeigt, welche im *S. Bakeriana* und *S. rupestris* besonders ausgeprägt erscheint. In demselben Sinne äußert sich Miss Lyon, während Goebel (I, p. 676) diese Samenähnlichkeit wohl nur als sehr klein bezeichnet und die Erscheinung der Sporenreduktion als »eine kleine regressive Modifikation eines *Selaginella*-Stadiums« auffaßt. Indessen erscheint aber doch die Deutung von Lyon und Mitschell in der Weise sehr wohl berechtigt, als es nach dem naturgemäßen Gange der Entwicklung ganz gut verständlich ist, daß in der Reihe eine Neigung bestehe, die Reduktion weiterzuführen und dies um so mehr, da letztere bei *S. Bakeriana* und *S. rupestris* schon geradezu Regel geworden ist.

Erwähnenswert wäre ferner noch, daß bei *S. helvetica* auch abnorme Verzweigungen in der Blüte ziemlich häufig sein dürften. Hieronymus (p. 621) gibt sie für *S. denticulata*, *S. Guichenotti* und *S. Mendançae* als besonders zahlreich an. Ich fand bei *S. helvetica* dichotome Verzweigung sowohl im Bereich der basalen Makrosporangien als auch an der nur mehr mit Mikrosporangien besetzten Sproßspitze.

---

1. Inequality of size of spores:

S. Vogelii . . . . 2 cases,	2 small,	2 large,
S. rubella . . . . 1 »	2 »	2 » ,
S. Kraussiana 2 »	3 large,	1 small,
S. Lyallii . . . . 1 »	3 »	1 » ,
S. Braunii . . . 1 »	2 »	2 » ,
S. rupestris several cases.		

2. Reduction to three equal megaspores: *S. cuspidata* (2 cases), *S. molliceps* (2 cases), *S. Kraussiana* (1 case), *S. Braunii* (1 case), *S. oregana* (2 cases). In *S. Bakeriana* there are normally three megaspores. This is so constant a feature that the sporangium has as a rule, three lobes instead of four. Occasionally there is evidence of the fourth abortive spore.

3. Reduction to two equal megaspores: *S. molliceps* (2 cases), *S. patula* (1 case), *S. flabellata* (1 case). In *S. rupestris* there are normally two spores.

4. Reduction to one megaspore of correspondingly large size: *S. sulcata*, *S. molliceps*, *S. rupestris*.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Heinricher, für seine wertvollen Anregungen und sein liebenswürdiges Entgegenkommen im Interesse dieser kleinen Mitteilung meinen aufrichtigsten und ergebensten Dank auszusprechen. Auch Herrn Gymnasialprofessor Kantschieder in Horn sage ich besten Dank für die gütige Überlassung seiner schönen Präparate von *Selaginella spinulosa*.

Zusammenfassung.

1. In einem Makrosporangium von *Selaginella helvetica* wurden vier reife, wohlentwickelte Sporentetraden nebst zahlreichen kleineren, zum Teil verkümmerten Tetraden beobachtet; ein anderes Makrosporangium enthielt acht große, vollkommen reife Sporen. Ersterer Fall ist in der Literatur noch nicht erwähnt und überhaupt wird das Vorkommen von mehreren Tetraden im Makrosporangium von *Selaginella* als Seltenheit hingestellt.

2. Die Angabe Kantschieder's, daß sich bei *Selaginella spinulosa* nur eine Makrosporenmutterzelle teilt, während die sterilen Schwesterzellen nach und nach desorganisieren, wird auch für *Selaginella helvetica* als Regel bestätigt. Das zu entscheiden, war wünschenswert, weil in dieser Beziehung die Autoren verschiedener Meinung sind; speziell Campbell gibt für das Genus *Selaginella* im allgemeinen an, daß sich sämtliche Makrosporenmutterzellen zu Tetraden teilen. *Selaginella helvetica* zeigt jedoch eine gewisse Neigung zur Tetradenteilung im Makrosporangium, da sich dort mehrmals zwei Sporenmutterzellen fanden, welche in der Tat Tetraden liefern, wie spätere Entwicklungsstadien gezeigt haben.

3. Die vorliegenden Fälle von abnormer Sporenvermehrung im Makrosporangium von *S. helvetica* sind als Atavismus zu deuten und weisen auf Homologien in der Entwicklung männlicher und weiblicher Organe überhaupt hin.

4. Die Makrosporangien zeigen ein größeres Bedürfnis nach Bildungsmaterial als die Mikrosporangien; an schwächlichen Seitensprossen finden sich verhältnismäßig wenig Makrosporangien, ja sogar nur Mikrosporangien.

5. Ein Fall von Reduktion auf drei Makrosporen wurde bei *S. helvetica* ebenfalls beobachtet.

6. Dichotome Verzweigung an der Spitze der Sporangienähre ist bei *S. helvetica* nicht selten.

Literatur.

Bower, »Studies in the Morphology of Spore-producing Members«. Phil. trans. roy. soc. of London 1894, vol. 185. (Nach dem Referat im Bot. Zentralblatt, 1895, Bd. 62.)

Campbell D. H., »The structure and developement of the Mosses and Ferns«. London 1895, p. 503 ff.

Denke, »Sporenentwicklung bei *Selaginella*«. Beihefte zum Bot. Zentralblatt, 1902, Bd. XII, H. 2, p. 190.

Engler, »Syllabus der Pflanzenfamilien«, p. 74.

Fitting, »Bau und Entwicklungsgeschichte der Makrosporangien von *Isoëtes* und *Selaginella*«. Bot. Zeitg., 1900, p. 139 ff.

Goebel, I. »Über sexuellen Dimorphismus bei Pflanzen«. Biolog. Zentralblatt, 1900, p. 676.

— II. »Über Homologien in der Entwicklung männlicher und weiblicher Geschlechtsorgane«. Flora, 1902, Bd. 90, p. 279.

Heinricher, »Die näheren Vorgänge bei der Sporenbildung der *Salvinia natans* verglichen mit jenen der übrigen Rhizocarpen«. Sitzungsb. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, 1882, I. Abt., p. 494.

Heinsen, »Die Makrospore und das weibliche Prothallium von *Selaginella*«. Flora, 1894, Bd. 78, p. 466.

Hieronymus, Engler-Prantl, »Die natürlichen Pflanzenfamilien«. Abt. IV, 1900, p. 621.

Hofmeister, »Vergleichende Untersuchung der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Gefäßcryptogamen«. Leipzig 1851, p. 119.

Kantschieder, »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Makrosporangien von *Selaginella spinulosa*«. 34. Jahresb. des niederösterr. Landes-Real- und Obergymnasiums Horn, 1906, p. 14 ff.

Kundt, »Die Entwicklung der Mikro- und Makrosporangien von *Salvinia natans*«. Bot. Zentralblatt, 1911, Beihefte Bd. XXVII, I. Abt., p. 42 ff.

Lyon Florence, »A study of the Sporangia and Gametophytes of *Selaginella apus* and *S. rupestris*«. Bot. Gazette, 1901, vol. XXXII.

Mitschell Gertrud, »Contribution towards a knowledge of the anatomy of the genus *Selaginella*«. Part. V. The strobilus. Annals of Botany, 1910, vol. XXIV, p. 19—33.

Nienburg, »Die Oogonentwicklung bei *Cystosira* und *Sargassum*«. Flora 1911, N. F. 1, Bd. 167 bis 180, p. 169 ff.

Neger, »Die Sporenausstreuung bei *Selaginella helvetica* und *spinulosa*«. Flora, 1911, Bd. 103, p. 75.

Oltmanns, »Morphologie und Biologie der Algen«. Jena 1904, I. Bd., p. 492.

Schenk, »Handbuch für Botanik«, 1884, III. Bd., 1. Abt., p. 416 ff.

Strasburger, »Einige Bemerkungen über Lycopodinen«. Bot. Zeitung, 1874, p. 516.

Warming, »Handbuch für systematische Botanik«, 1902, p. 158.

Yasui Kono, »On the Life-history of *Salvinia natans*«. Annals of Botany, 1911, vol. XXV, p. 475.

Tafelerklärung.

Die Figuren (ausgenommen Fig. 1) sind mit Hilfe der Zeichenkamera entworfen; bei Fig. 2 wurde überdies noch eine Mikrophotographie verwendet. Vergrößerung 72 bei Fig. 2, 3, 4; Vergrößerung 260 bei Fig. 5 bis 7.

Fig. 1. *Selaginella helvetica*; schematisierte Wiedergabe der Sporangienähre mit dem anormalen Makrosporangium bei ×.

Fig. 2. Bezeichnetes Makrosporangium von der ventralen Seite des Sprosses aus gesehen.

Fig. 3. Dasselbe Sporangium von der dorsalen Seite des Sprosses aus betrachtet.

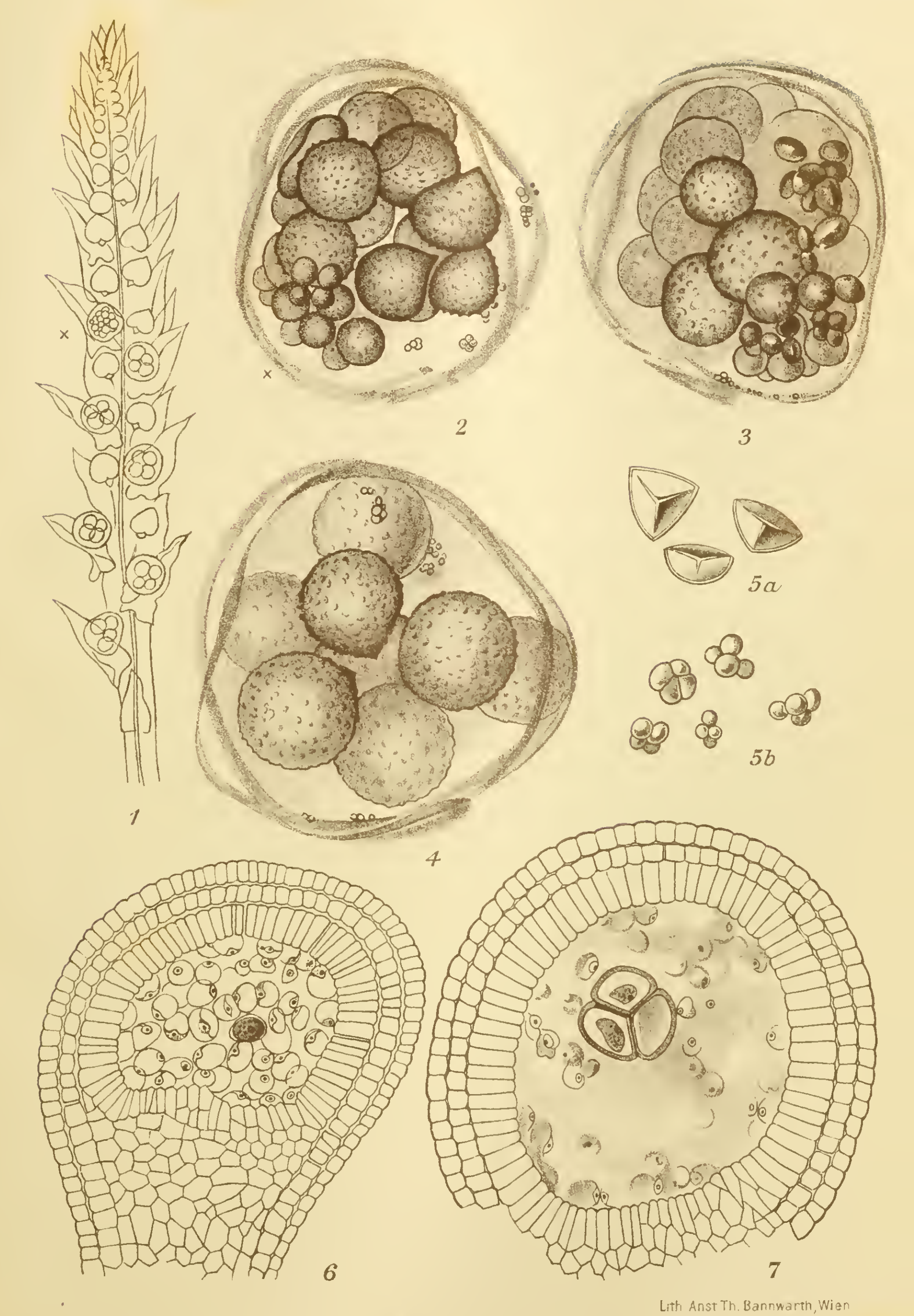
Fig. 4. Makrosporangium mit acht Makrosporen aus einer anderen Ähre von *S. helvetica*.

Fig. 5. *a)* Normale Mikrosporen. *b)* Verkümmerte Makrosporentetraden von *S. helvetica*.

Fig. 6. *S. spinulosa*; junges Makrosporangium. Nur eine Sporenmutterzelle ist reichlich mit Plasma versehen; die anderen beginnen zu degenerieren.

Fig. 7. *S. spinulosa*; etwas älteres Entwicklungsstadium eines Makrosporangiums. Die fertile Sporenmutterzelle hat eine Tetrade gebildet, während die übrigen Zellen des sporogenen Gewebes bereits stark degeneriert erscheinen.

Kainradl, E.: Über ein Makrosporangium.



Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien